

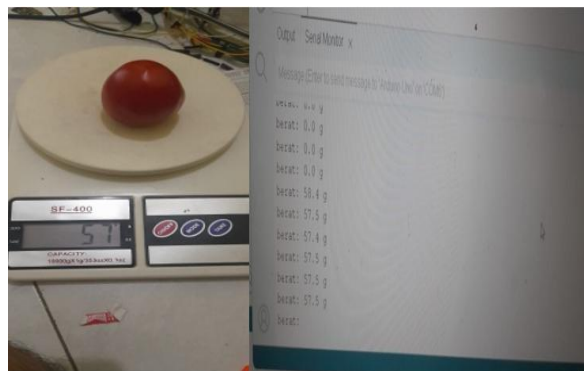
BAB IV

HASIL PENGUJIAN

4.1 Hasil Pengujian

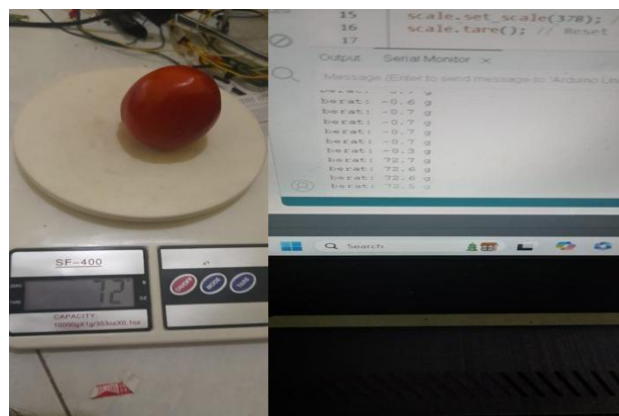
4.1.1 Pengujian Sensor Loadcell HX711

Sebelum dilakukan uji keseluruhan sistem sensor Loadcell HX711 perlu dilakukan kalibrasi untuk mengetahui seberapa layak komponen digunakan dengan mengambil data beberapa kali dan membandingkannya dengan nilai timbangan konvensional. Berikut di bawah ini pengukuran menggunakan sensor Loadcell HX711 dengan timbangan konvensional :



Gambar 4. 3 Kalibrasi pertama Loadcell HX711

Dari gambar 4.3, perbandingan antara timbangan konvensional dan sensor load cell menunjukkan selisih yang sangat kecil, yaitu 0.5 gram, di mana timbangan konvensional membaca 57 gram, sementara load cell menunjukkan 57.5 gram.



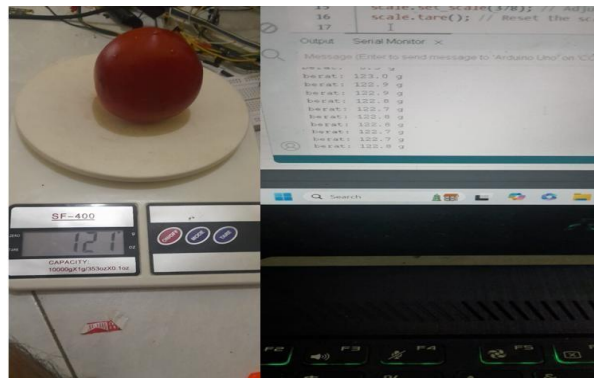
Gambar 4. 4 Kalibrasi kedua Loadcell HX711

Dari gambar 4.4, perbandingan antara timbangan konvensional dan sensor load cell menunjukkan selisih yang sangat kecil, yaitu 0.6 gram, di mana timbangan konvensional membaca 72 gram, sementara load cell menunjukkan 72.6 gram.



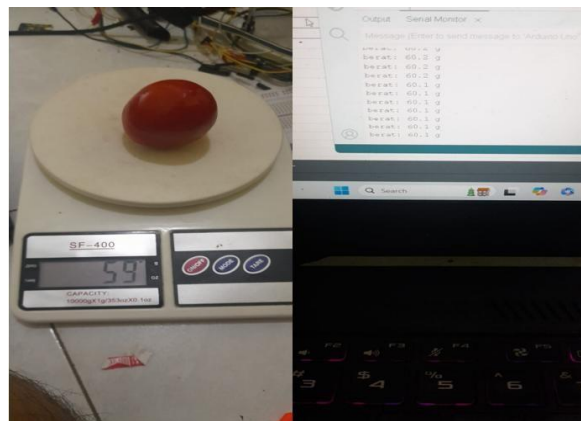
Gambar 4. 5 Kalibrasi ketiga Loadcell HX711

Dari gambar 4.5, perbandingan antara timbangan konvensional dan sensor load cell menunjukkan selisih yang sangat kecil, yaitu 1.9 gram, di mana timbangan konvensional membaca 106 gram, sementara load cell menunjukkan 107.9 gram.



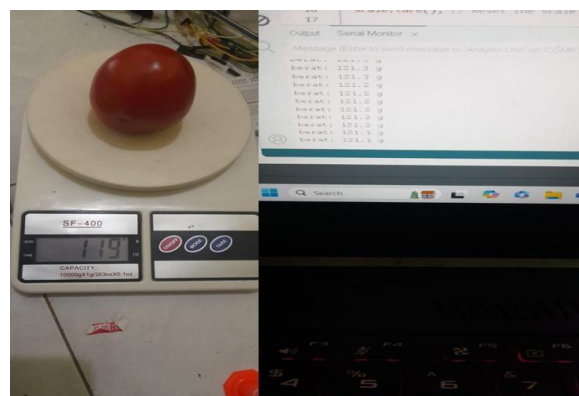
Gambar 4. 6 Kalibrasi keempat Loadcell HX711

Dari gambar 4.6, perbandingan antara timbangan konvensional dan sensor load cell menunjukkan selisih yang sangat kecil, yaitu 1.7 gram, di mana timbangan konvensional membaca 121 gram, sementara load cell menunjukkan 122.7 gram.



Gambar 4. 7 Kalibrasi kelima Loadcell HX711

Dari gambar 4.7, perbandingan antara timbangan konvensional dan sensor load cell menunjukkan selisih yang sangat kecil, yaitu 1.1 gram, di mana timbangan konvensional membaca 59 gram, sementara load cell menunjukkan 60.1 gram.



Gambar 4. 8 Kalibrasi keenam Loadcell HX711

Dari gambar 4.8, perbandingan antara timbangan konvensional dan sensor load cell menunjukkan selisih yang kecil, yaitu 2.1 gram, di mana timbangan konvensional membaca 119 gram, sementara load cell menunjukkan 121.1 gram.

Tabel 4. 1 Hasil pengukuran dan perhitungan nilai error Loadcell HX711

Timbangan Load Cell	Timbangan Konvensional	Error (Selisih)	$Error^2$
57.5 gram	57 gram	0.5	0.25
72.6 gram	72 gram	0.6	0.36
107.9 gram	106 gram	1.9	3.61
122.7 gram	121 gram	1.7	2.89
60.1 gram	59 gram	1.1	1.21
121.1 gram	119 gram	2.1	4.41

Dalam pengujian ini, dilakukan perbandingan hasil pengukuran berat menggunakan sensor load cell dengan timbangan konvensional. Selisih antara kedua metode pengukuran dihitung sebagai error, kemudian nilai error tersebut dikuadratkan dan dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai Root Mean Square Error (RMSE).

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai RMSE} &= \frac{(0.25 + 0.36 + 3.61 + 2.89 + 1.21 + 4.41)}{6} \\
 &= \frac{12.73}{6} = 2.1217 \\
 &= \sqrt{2.1217} = 1.46
 \end{aligned}$$

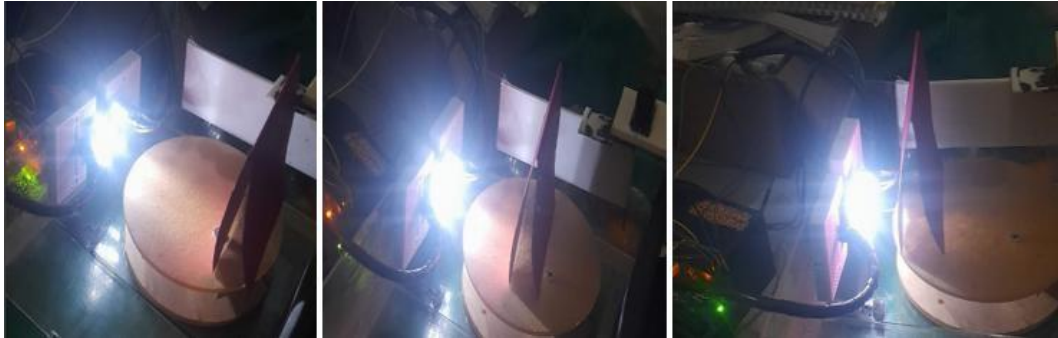
Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh nilai RMSE sebesar 1.46 gram. Nilai ini menunjukkan bahwa rata-rata penyimpangan hasil pengukuran load cell terhadap timbangan konvensional berada dalam kisaran 1.46 gram, yang masih dalam batas toleransi akurasi load cell. Dengan demikian, sensor load cell dapat dikatakan memiliki tingkat akurasi yang cukup baik untuk digunakan dalam sistem pemantauan berat pada aplikasi sortir tomat.

4.1.2 Pengujian Sensor TCS 230

Pada pengujian Sensor TCS230 dilakukan tes untuk 3 warna dasar yaitu merah, hijau, dan biru menggunakan objek kertas karton berwarna. Pengujian dilakukan dengan 3 jarak yaitu jauh, tengah, dan dekat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui frekuensi masing-masing warna dengan kondisi pencahayaan ruangan saat itu.

Berikut di bawah ini percobaan untuk 3 warna dasar merah, hijau, biru dengan jarak yang sudah ditentukan sebagai berikut.

1. Warna Merah



Gambar 4. 9 Kalibrasi Warna Merah

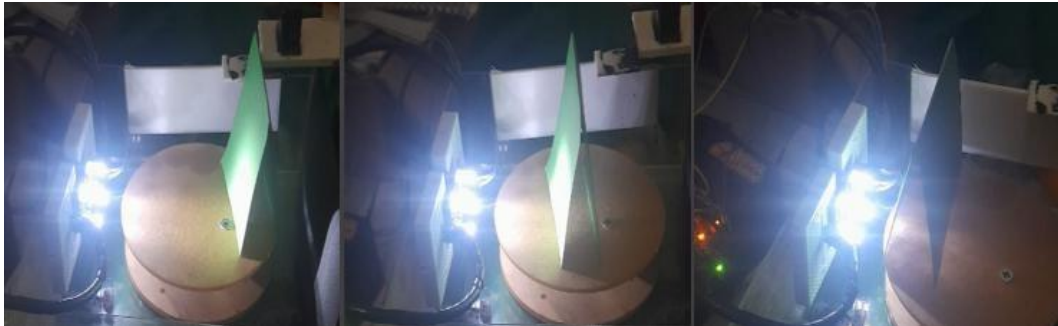
Gambar 4.9 menunjukkan proses kalibrasi sensor warna TCS230 dalam mendeteksi warna merah, dengan variasi jarak sensor terhadap objek yang diuji.

Tabel 4. 2 Nilai RGB merah

Jarak	Merah	Hijau	Biru
Jauh	62	89	71
Tengah	44	72	55
Dekat	19	33	25

Tabel 4.2 menyajikan nilai RGB yang diperoleh dari sensor pada tiga jarak berbeda: jauh, tengah, dan dekat. Dari data yang ditampilkan, terlihat bahwa nilai merah mengalami penurunan seiring dengan semakin dekatnya sensor ke objek, sedangkan nilai hijau dan biru juga menunjukkan pola penurunan yang serupa. Hal ini mengindikasikan bahwa jarak antara sensor dan objek berpengaruh terhadap intensitas warna yang terbaca, sehingga perlu dilakukan penyesuaian jarak optimal untuk meningkatkan akurasi deteksi warna merah.

2. Warna Hijau



Gambar 4. 10 Kalibrasi Warna Hijau

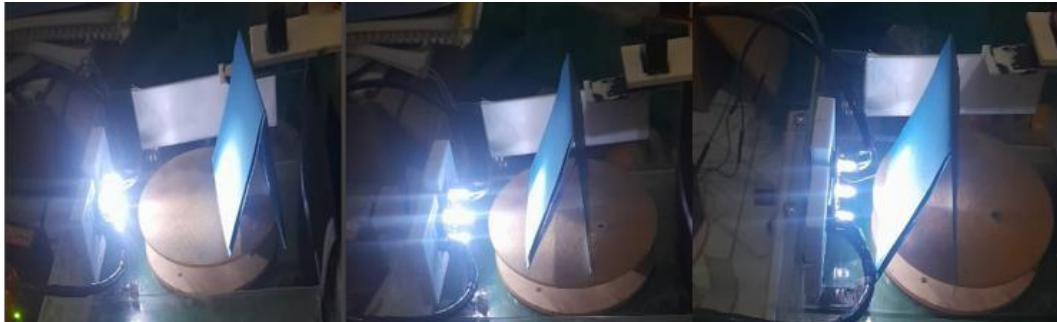
Gambar 4.10 menunjukkan proses kalibrasi sensor warna TCS230 dalam mendeteksi warna hijau, dengan variasi jarak sensor terhadap objek yang diuji.

Tabel 4. 3 Nilai RGB hijau

Jarak	Merah	Hijau	Biru
Jauh	69	52	70
Tengah	55	45	59
Dekat	41	22	45

Tabel 4.3 menyajikan nilai RGB yang diperoleh dari sensor pada tiga jarak berbeda: jauh, tengah, dan dekat. Dari data yang ditampilkan, terlihat bahwa nilai hijau mengalami penurunan seiring dengan semakin dekatnya sensor ke objek, sedangkan nilai merah dan biru juga menunjukkan pola penurunan yang serupa. Hal ini mengindikasikan bahwa jarak antara sensor dan objek berpengaruh terhadap intensitas warna yang terbaca, sehingga perlu dilakukan penyesuaian jarak optimal untuk meningkatkan akurasi deteksi warna merah.

3. Warna Biru



Gambar 4. 11 Kalibrasi Warna Biru

Gambar 4.11 menunjukkan proses kalibrasi sensor warna TCS230 dalam mendeteksi warna merah, dengan variasi jarak sensor terhadap objek yang diuji.

Tabel 4. 4 Nilai frekuensi biru

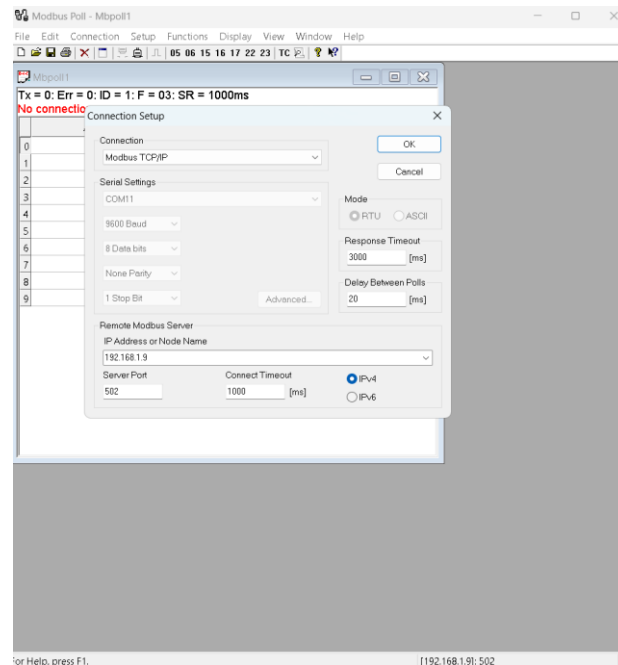
Jarak	Merah	Hijau	Biru
Jauh	69	79	62
Tengah	57	59	45
Dekat	37	31	25

Dari 3 tabel di atas didapat nilai frekuensi masing masing warna yang berbeda-beda di setiap posisi. Sesuai cara kerja sensor TCS230 dimana frekuensi warna yang dideteksi akan mengecil dibanding 2 warna lainnya, dan semakin dekat dengan sensor nilai frekuensi yang didapat akan semakin mengecil. Akan tetapi faktor lingkungan sekitar juga berpengaruh seperti alas peletakkan objek, kondisi pencahayaan ruangan maupun lingkungan sekitar yang dapat menyebabkan tidak stabilnya nilai frekuensi warna yang dideteksi.

4.1.3 Pengujian Modbus TCP/IP dan Node-RED

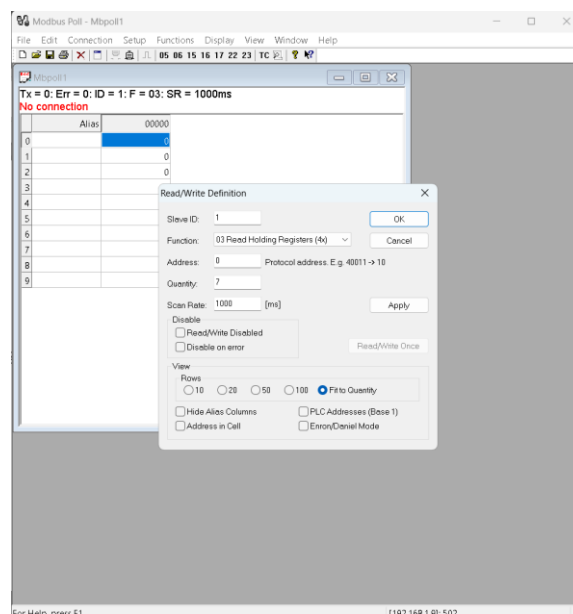
Sebelum melakukan pengiriman data ke dashboard Node-RED, perlu dicek koneksi Modbus TCP menggunakan software Modbus Poll. Berikut di bawah ini merupakan runtutan pengecekan koneksi Modbus TCP pada software Modbus Poll.

1. Buka aplikasi software Modbus Poll lalu masukan IP *Address* 192.168.1.9 dan server port 502.



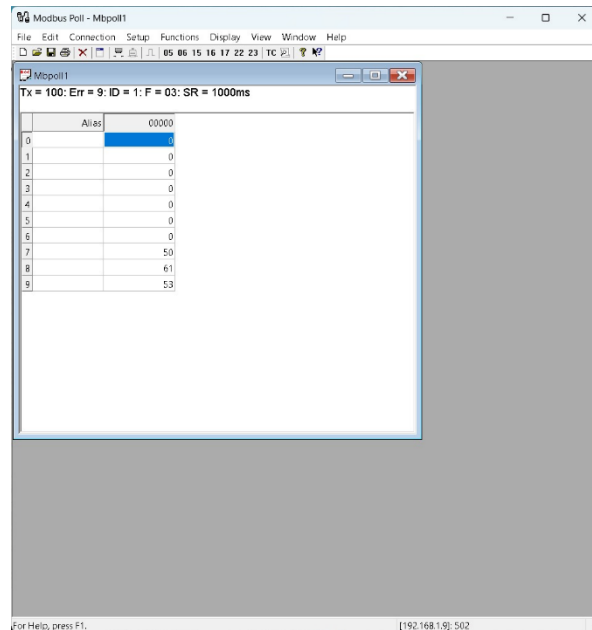
Gambar 4. 12 Masukan IP *address* dan port

2. Pilih bagian setup lalu pilih *Read/Write Definition*. Masukan *Slave ID*, *Function*, *Address*, *Quantity*, dan *Rows* seperti gambar dibawah



Gambar 4. 13 Konfigurasi *Holding Register*

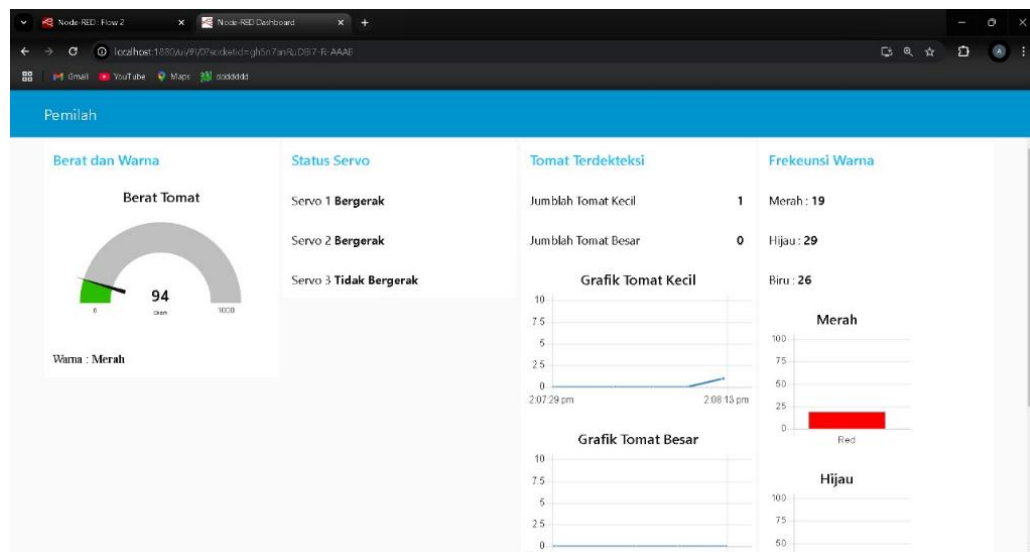
3. Jika koneksi berhasil dibagian TX akan bertambah terus jika ada error di bagian Err juga akan bertambah



Gambar 4. 14 Koneksi Modbus TCP/IP

4.1.4 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengambilan data yang dilakukan sesuai dengan 2 klasifikasi yang sudah diprogram di dalam sistem yaitu tomat merah kecil dan tomat merah besar. Dapat dikategorikan tomat kecil ketika sistem mendeteksi merah dan berat berada antara 30 gram s.d 99 gram sedangkan tomat merah besar berada antara 100 gram s.d 200 gram. Hasil setiap tomat yang tersortir akan dikirimkan ke register Modbus menggunakan metode komunikasi Modbus TCP/IP. Selanjutnya, data tersebut akan diteruskan ke dashboard Node-RED untuk ditampilkan secara real-time. Selain itu, data yang telah diterima juga akan disimpan ke dalam file Excel sebagai data logger.



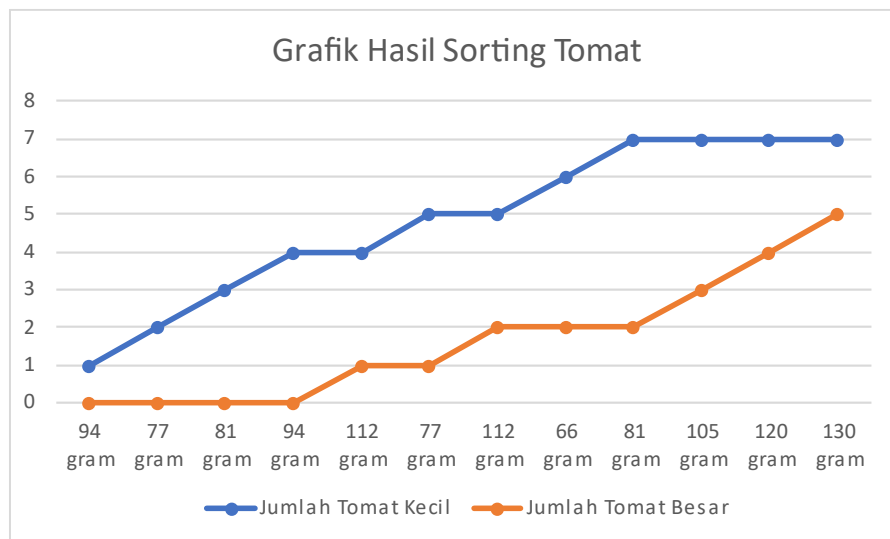
Gambar 4. 15 Data tomat kecil di *dashboard*

Pada 1/23/2025 14:08, sistem berhasil mendeteksi berat tomat sebesar 94 gram, yang sesuai dengan kategori tomat kecil karena berada dalam rentang 10–99 gram dan warna yang terdeteksi oleh sistem adalah "Merah". Pada *dashboard* Node-RED, Servo 1 dan 2 terlihat dalam kondisi "Bergerak", sementara Servo 3 berada dalam kondisi "Tidak Bergerak", yang mengindikasikan bahwa servo 1 dan 2 aktif. Jumlah tomat yang tercatat adalah 1 untuk tomat kecil dan 1 untuk tomat besar, yang juga direfleksikan dalam Grafik Tomat Besar yang mencatat kenaikan sebesar satu data, sedangkan Grafik Tomat Kecil tetap datar. Pada bagian frekuensi warna, sistem mencatat Merah: 19, Hijau: 29, dan Biru: 26, warna tomat dianggap sebagai merah karena treshhold yang saya taruh di program = 20 dengan logika frekuensi warna jika kadar warna merah lebih kecil dari pada threshold maka warna

Tabel 4. 5 Data tomat kecil di Excel

Waktu	Berat Tomat	Warna Tomat	Jumlah Tomat Kecil	Jumlah Tomat Besar
2:08:00 PM	94 gram	1	1	0
2:09:00 PM	77 gram	1	2	0
2:10:00 PM	81 gram	1	3	0
2:11:00 PM	94 gram	1	4	0
2:13:00 PM	112 gram	1	4	1
2:13:00 PM	77 gram	1	5	1
2:14:00 PM	112 gram	1	5	2
2:14:00 PM	66 gram	1	6	2
2:15:00 PM	81 gram	1	7	2
2:15:00 PM	105 gram	1	7	3
2:16:00 PM	120 gram	1	7	4
2:16:00 PM	130 gram	1	7	5

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa sistem komunikasi Modbus TCP telah berhasil mengirimkan data dari Arduino ke Node-RED, lalu disimpan dalam Excel sebagai data logger. Setiap entri mencatat waktu pengukuran, berat tomat, warna yang terdeteksi, serta jumlah akumulasi tomat kecil dan besar yang telah disortir. Data ini menunjukkan bahwa sensor load cell dan sensor warna bekerja sesuai dengan aturan klasifikasi, di mana tomat dengan berat ≤ 100 gram dikategorikan sebagai tomat kecil dan > 100 gram sebagai tomat besar. Konsistensi pencatatan waktu menunjukkan bahwa sistem Modbus TCP mengirim data secara real-time tanpa keterlambatan atau kehilangan paket data. Selain itu, data logger dalam Excel memungkinkan pemantauan historis dan evaluasi performa sistem secara lebih akurat, serta mempermudah analisis untuk peningkatan efisiensi sorting tomat berbasis otomatisasi.



Gambar 4. 16 Grafik hasil sorting tomat

Pada Gambar 4.16, grafik hasil sorting tomat ini menunjukkan bahwa sistem berhasil mengumpulkan dan mencatat data secara real-time menggunakan komunikasi Modbus TCP dan menyimpannya dalam Excel sebagai data logger. Data tersebut dikirim melalui Modbus TCP ke Node-RED, yang kemudian meneruskan hasilnya ke Microsoft Excel untuk pencatatan. Pola grafik menunjukkan bahwa setiap data berat tomat yang masuk diproses dan dikategorikan secara otomatis oleh sistem berdasarkan aturan sorting yang telah ditentukan. Konsistensi peningkatan jumlah tomat kecil dan besar pada grafik mengindikasikan bahwa sistem komunikasi berbasis Modbus TCP bekerja dengan baik dalam mengirim data tanpa kehilangan paket informasi.